

## COMPOSITE TYPE THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURE

Patent Number: JP11273026  
Publication date: 1999-10-08  
Inventor(s): OTSUKA YOSHINORI  
Applicant(s):: FUJITSU LTD  
Requested Patent: ☐ JP11273026  
Application Number: JP19980072745 19980320  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/31 ; G11B5/39  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the expansion of a recording magnetic field by aligning the width of a lower magnetic pole to the width of an upper magnetic pole core by a simple method having high through-put.

**SOLUTION:** After forming a lower magnetic pole 6 to be used also as an upper shield layer on a magnetoresistance effect(MRE) element constituting an MRE head 2, a magnetic layer 5 having width wider than that of an upper magnetic pole core 3 is formed on the surface of the pole 6 by plating. Then a gap layer 4 is formed and the core 3 is formed at a position corresponding to the layer 5, on the surface of the layer 4. Then the corner part of the layer 5 is dry-etched so that an angle  $\theta$  formed by the main surface of the pole 6 and the side face of the layer 5 becomes  $45 \text{ deg.} \leq \theta \leq 90 \text{ deg.}$

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-273026

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/31  
5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31  
5/39

K

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-72745

(22) 出願日 平成10年(1998)3月20日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 大塚 善徳

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外2名)

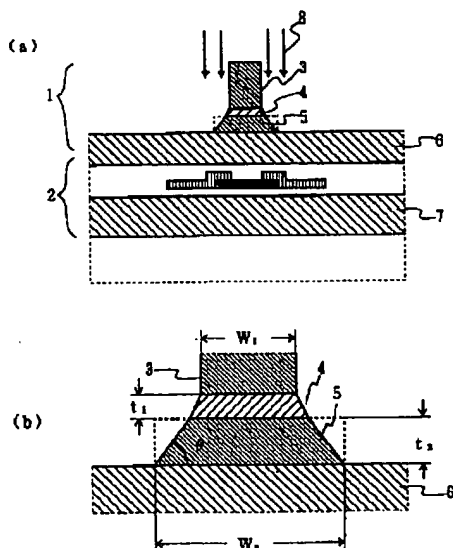
(54) 【発明の名称】 複合型薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 複合型薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関し、簡単でスループットの良好な方法で下部磁極の幅を上部磁極コアの幅に揃えて、記録磁界の拡がりを抑える。

【解決手段】 磁気抵抗効果ヘッド2を構成する磁気抵抗効果素子上に上部シールド層を兼ねる下部磁極6を形成したのち、上部シールド層を兼ねる下部磁極6上に上部磁極コア3より幅の広い磁性層5をメッキによって形成し、次いで、ギャップ層4を成膜したのち、ギャップ層4上の磁性層5の対応する位置に上部磁極コア3を形成し、次いで、上部シールド層を兼ねる下部磁極6の主面と磁性層5の側面とのなす角 $\theta$ が $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ になるように磁性層5の角部をドライエッチングする。

本発明の原理的構成の説明図



- |              |                    |
|--------------|--------------------|
| 1: 薄膜磁気ヘッド   | 5: 磁性層             |
| 2: 磁気抵抗効果ヘッド | 6: 上部シールド層を兼ねる下部磁極 |
| 3: 上部磁極コア    | 7: 下部シールド層         |
| 4: ギャップ層     | 8: イオン             |

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果ヘッド上に、層間絶縁膜、ギャップ層、導体コイルを挟んで磁気回路を構成する薄膜磁気ヘッドを設けた複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記磁気抵抗効果ヘッドを構成する磁気抵抗効果素子上に上部シールド層を兼ねる下部磁極を形成する工程、前記上部シールド層を兼ねる下部磁極上に上部磁極コアより幅の広い磁性層をメッキによって形成する工程、前記ギャップ層を成膜する工程、前記ギャップ層上の前記磁性層の対応する位置に上部磁極コア層を形成する工程、前記磁性層の角部をドライエッチングし、前記上部シールド層を兼ねる下部磁極の主面と前記磁性層の側面とのなす角 $\theta$ を $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ とする工程を有することを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 磁気抵抗効果ヘッド上に、層間絶縁膜、ギャップ層、導体コイルを挟んで磁気回路を構成する薄膜磁気ヘッドを設けた複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記磁気抵抗効果ヘッドを構成する磁気抵抗効果素子上に上部シールド層を兼ねる下部磁極を形成する工程、前記上部シールド層を兼ねる下部磁極上に磁性膜を成膜する工程、前記磁性膜をドライエッチングして上部磁極コアより幅の広い磁性層を形成する工程、前記ギャップ層を成膜する工程、前記ギャップ層上の前記磁性層の対応する位置に上部磁極コア層を形成する工程、前記磁性層の角部をドライエッチングし、前記上部シールド層を兼ねる下部磁極の主面と前記磁性層の側面とのなす角 $\theta$ を $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ とする工程を有することを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項3】 上記磁性層の角部をドライエッチングする前の幅が、上記上部磁極コアの幅と $2\mu\text{m}$ の和よりも狭いことを特徴とする請求項1または2に記載の複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項4】 上記磁性層の厚さが、ギャップ長以上であり、且つ、ギャップ長の2倍以下であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項5】 磁気抵抗効果ヘッド上に、層間絶縁膜、ギャップ層、導体コイルを挟んで磁気回路を構成する薄膜磁気ヘッドを設けた複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記薄膜磁気ヘッドを請求項1乃至請求項4のいずれかの方法によって形成したことを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は複合型薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関し、特に、ハードディスクドライブ(HDD)等の磁気記録装置或いは磁気テープ装置等に用いられる複合型薄膜磁気ヘッドを構成する誘導型ヘッドの下部磁極コア構造及びその製造方法に特徴のあ

る複合型薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年のハードディスク装置等の小型化、大容量化による需要の高まりに伴い、高密度磁気記録が可能なハードディスク装置等の研究開発が急速に進められているが、このようなハードディスク装置の高密度化に伴い、記録ヘッド、即ち、磁気ヘッドの高性能化が要請されており、この様な要請に応えるものとして、再生ヘッドとしては記録媒体の速度に依存せず、小型ディスクに対しても適用でき、且つ、高い出力が得られるMR(磁気抵抗)ヘッドが注目されている。

【0003】また、高記録密度を実現するためには、線記録密度とトラック密度を向上させる必要があるが、そのためには、記録ヘッドとしては、高い周波数まで記録でき、且つ、隣接するトラックとのクロストーク等の原因となる記録にじみの少ないヘッドが要求されることになる。

【0004】近年、このような高性能化の要請に応えるヘッドとして、MRヘッドと誘導型の薄膜磁気ヘッドとを複合化した複合型薄膜磁気ヘッドが開発されており、記録ヘッドの記録ギャップと再生ヘッドの再生ギャップをそれぞれ最適化することによって、記録特性の向上と、再生分解能の向上を共に実現しようとしている。

【0005】ここで、従来の複合型薄膜磁気ヘッドを図5を参照して説明する。なお、図5(a)は記録媒体に対する対向面側の断面図であり、また、図5(b)は図5(a)の一点鎖線に沿った断面図である。

図5(a)及び(b)参照

まず、基板31上に、NiFe合金等からなる下部シールド層32を設け、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等のギャップスペーサ層33を介してNiFe、Ti、CoZrMoの積層構造等からなる磁気抵抗効果素子層34を設けて所定の形状にパターンニングしたのち、磁気抵抗効果素子層34の両端にAu等からなる導電膜を堆積させて素子電極35を形成する。

【0006】次いで、再び、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等のギャップスペーサ層36を介してNiFe合金等からなる上部シールド層兼下部コア層37を設け、その上に $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等からなる記録ギャップ層38を設けたのち、レジスト等の層間絶縁膜(図示せず)を介して所定パターンのコイル39を形成し、次いで、レジスト等からなる層間絶縁膜40を介して所定パターンの上部コア層41を設けることによって磁気抵抗効果素子層34を利用した再生用MRヘッドと、記録用の誘導型の薄膜磁気ヘッドとを複合化した複合型薄膜磁気ヘッドが得られる。

【0007】しかし、このような複合型薄膜磁気ヘッドにおいては、上部シールド層兼下部コア層37、即ち下部磁極がMRヘッドの上部シールド層を兼ねているために記録トラック幅よりも幅広く形成されており、このため

に、記録の際に図5(a)において破線で示す記録磁界42がトラック幅方向に広く拡がってしまうので、記録密度向上のためにトラックピッチを狭めることが困難であった。

【0008】そこで、記録磁界42の拡がりを小さくするために、上下の磁極の幅を揃えたヘッドが各種提案（必要ならば、特開平2-208812号公報、特開平5-143939号公報、特開平7-220245号公報、特開平8-129715号公報、特開平8-129720号公報、或いは、特開平9-167316号公報参照）されているので、以下において、この様な改良型の複合型薄膜磁気ヘッドを説明する。

【0009】図6(a)参照

例えば、図5と全く同様に、上部コア層41まで形成したのち、上部コア層41等をマスクとしてエッチングを行うことによって上部コア層41と同じ幅の記録ギャップ層38、及び、NiFe合金膜、即ち、磁性膜からなる凸部43を形成する方法（上記の特開平8-129715号公報参照）が提案されている。

【0010】或いは、上部コア層41を予め幅広く形成したのち、所定の記録幅を有するレジストマスク（図示せず）を用いてイオンエッチングを施すことによって、記録幅とほぼ等しい幅の上部コア層41、記録ギャップ層38、及び、磁性膜からなる凸部43を形成する方法（上記の特開平5-143939号公報参照）も提案されている。

【0011】或いは、上部シールド層兼下部コア層37に所定幅の凸部43を形成したのち、全面に設けた記録ギャップ層38を介して凸部43の幅に対応した幅を有する上部コア層41を形成する方法（上記の特開平2-208812号公報参照）も提案されている。

【0012】図6(b)参照

さらには、所定幅の上部コア層41を形成したのち、集束イオンビーム(FIB)44を用いて、上部コア層41、記録ギャップ層38、及び、上部シールド層兼下部コア層37の上部コア層41の近傍のみを選択的にエッチングして磁性膜からなる凸部43を形成する方法も提案されている。

【0013】上記のような各種の方法によって上下磁極となる上部コア層41と磁性膜からなる凸部43の幅を揃えることによって記録磁界42のトラック幅方向の拡がりを最小限に抑えることができ、それによって、記録密度を向上することができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の各種の提案においては、結果として得られる誘導型薄膜磁気ヘッド部の上下磁極の幅はほぼ同じであるために、記録ヘッドとしての特性は向上し、記録密度を上げることができるものの、製造方法に難点があり、したがって、生産性良く低コストで複合型薄膜磁気ヘッドを製造すること

が困難であった。

【0015】例えば、特開平8-129715号公報のように、上部コア層41をマスクとして、上部シールド層兼下部コア層37をエッチングする場合、上部コア層41もエッチングされるので、そのために予め上部コア層41を厚く形成しておく必要があるが、そのためには上部コア層41をメッキで形成する際のレジストパターンを厚くしなければならず、その結果、レジストパターンの加工精度が低下するので上下磁極のコア幅、即ち、記録幅を狭くすることが困難である。

【0016】また、特開平5-143939号公報の場合には、上記の特開平8-129715号公報の場合と同様に、上部シールド層兼下部コア層37のほぼ全面をエッチングする必要があり、エッチングに時間がかかると共に、エッチング量が多くなるので、エッチングされたものが再付着して上下の磁極を短絡させることになるので、この再付着物を除去するための別のエッチング工程が必要になり、工程が複雑化するという問題もある。

【0017】また、特開平2-208812号公報の場合には、上部コア層41と凸部43が自己整合していないので、記録磁界42の拡がりがやや大きく、且つ、上部コア層41を形成する際に、凸部43との位置合わせが必要になるという問題がある。

【0018】さらに、集束イオンビーム44を用いる場合には、1ヘッド当たりの加工時間が10秒程度かかるため、例えば、5インチ(約12.7cm)の基板31では、1つの基板上に約1万個のヘッドを形成することになるので、基板1枚当たりの加工時間は10万秒(=27.78時間)、即ち、約1日費やすことになり、スループットが低すぎるという問題がある。スループットを向上するためには、加工時間を短くするか、或いは、FIB装置を大量に導入する必要があるが、いずれも現実的ではない。

【0019】したがって、本発明は、簡単でスループットの良好な方法で下部磁極の幅を上部磁極コアの幅に揃えて、記録磁界の拡がりを抑えることを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理的構成の説明図であり、この図1を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。なお、図1

(a)は、記録媒体に対する対向面側の要部断面図であり、また、図1(b)は図1(a)における上下磁極近傍の拡大図である。

図1参照

(1)本発明は、磁気抵抗効果ヘッド2上に、層間絶縁膜、ギャップ層4、導体コイルを挟んで磁気回路を構成する薄膜磁気ヘッド1を設けた複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、磁気抵抗効果ヘッド2を構成する磁気抵抗効果素子上に上部シールド層を兼ねる下部磁極6を形成する工程、上部シールド層を兼ねる下部磁極6上

に上部磁極コア3より幅の広い磁性層5をメッキによって形成する工程、ギャップ層4を成膜する工程、ギャップ層4上の磁性層5の対応する位置に上部磁極コア3を形成する工程、磁性層5の角部をドライエッチングし、上部シールド層を兼ねる下部磁極6の主面と磁性層5の側面とのなす角 $\theta$ を $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ とする工程を有することを特徴とする。

【0021】この様に、本発明においては、上部シールド層を兼ねる下部磁極6をトリミングする際に、予め所定幅 $W_2$ のパターンにメッキで形成した磁性層5の角部を、イオンミリング法、スパッタエッチング法、或いは、反応性イオンエッチング(RIE)法等のドライエッチング、例えば、イオン8を用いたイオンミリング法によって除去するだけであるので、エッチング量が少なく、したがって、エッチング時間が格段に短くなるのでスループットが向上する。また、エッチング量が少ないため、上部磁極コア3を予め厚く形成する必要がなく、したがって、上部磁極コア3の幅 $W_1$ をより狭くすることが可能になり、それによって記録密度を高めることができる。

【0022】(2)また、本発明は、磁気抵抗効果ヘッド2上に、層間絶縁膜、ギャップ層4、導体コイルを挟んで磁気回路を構成する薄膜磁気ヘッド1を設けた複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、磁気抵抗効果ヘッド2を構成する磁気抵抗効果素子上に上部シールド層を兼ねる下部磁極6を形成する工程、上部シールド層を兼ねる下部磁極6上に磁性膜を成膜する工程、磁性膜をドライエッチングして上部磁極コア3より幅の広い磁性層5を形成する工程、ギャップ層4を成膜する工程、ギャップ層4上の磁性層5の対応する位置に上部磁極コア3を形成する工程、磁性層5の角部をドライエッチングし、上部シールド層を兼ねる下部磁極6の主面と磁性層5の側面とのなす角 $\theta$ を $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ とする工程を有することを特徴とする。

【0023】この様に、本発明においては、上部シールド層を兼ねる下部磁極6をトリミングする際に、予め所定幅 $W_2$ のパターンにエッチング成形した磁性層5の角部を、ドライエッチングによって除去するだけであるので、エッチング量が少なく、したがって、エッチング時間が格段に短くなるのでスループットが向上する。また、エッチング量が少ないため、上部磁極コア3を予め厚く形成する必要がなく、したがって、上部磁極コア3の幅 $W_1$ をより狭くすることが可能になり、それによって記録密度を高めることができる。なお、メッキ法で磁性層5を形成する場合と比べてメッキベース層の形成工程及び除去工程が不要になる。

【0024】(3)また、本発明は、上記(1)または(2)において、磁性層5の角部をドライエッチングする前の幅が、上部磁極コア3の幅と $2\mu\text{m}$ の和よりも狭いことを特徴とする。

【0025】この様に、磁性層5の角部をドライエッチングして、速やかに磁性膜5の上部磁極コア3と対向する部分の幅を上部磁極コア3の幅 $W_1$ と等しくするためには、マージンを見込んで、磁性層5の角部をドライエッチングする前の幅 $W_2$ を上部磁極コア3の幅 $W_1$ に対して、 $W_1 \leq W_2 \leq W_1 + 2\mu\text{m}$ にすることが望ましい。

【0026】(4)また、本発明は、上記(1)乃至(3)のいずれかにおいて、磁性層5の厚さが、ギャップ長以上であり、且つ、ギャップ長の2倍以下であることを特徴とする。

【0027】この様に、記録磁界の拡がり抑制するための凸部の高さは、即ち、磁性層5の厚さ $t_2$ は、ギャップ長、即ち、ギャップ層4の厚さ $t_1$ と同程度であれば充分な効果が得られるものであり、マージンを見込んで、磁性層5の厚さ $t_2$ を、 $t_1 \leq t_2 \leq 2t_1$ とすることが望ましい。

【0028】(5)また、本発明は、磁気抵抗効果ヘッド2上に、層間絶縁膜、ギャップ層4、導体コイルを挟んで磁気回路を構成する薄膜磁気ヘッド1を設けた複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、薄膜磁気ヘッド1を上記(1)乃至(4)のいずれかの方法によって形成したことを特徴とする。

【0029】この様に、薄膜磁気ヘッド1を上記(1)乃至(4)のいずれかの方法によって形成することにより、安価で高記録密度の複合型薄膜磁気ヘッドを得ることができる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】ここで、本発明の第1の実施の形態の複合型薄膜磁気ヘッドを図2及び図3を参照して説明する。なお、図2は複合型薄膜磁気ヘッドの製造工程の説明図であり、夫々、記録媒体との対向面側の要部断面図で示しており、本発明の本質に実質的に関連しない磁気抵抗効果ヘッド部については説明を簡単にするために図示を省略しており、また、図2は、本発明の第1の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドにおけるトリミング角と記録磁界の拡がり幅の相関を示す図である。

#### 【0031】図2(a)参照

まず、図5に示した従来の複合型薄膜磁気ヘッドの製造工程と同様に、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ からなる基板上に、 $\text{NiFe}$ 合金からなる下部シールド層を設け、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなるのギャップスペーサ層を介して $\text{NiFe}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{CoZrMo}$ の積層構造からなる磁気抵抗効果素子層を設けて所定の形状にパターンニングしたのち、磁気抵抗効果素子層の両端に $\text{Au}$ からなる導電膜を堆積させて素子電極を形成し、次いで、再び、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなるギャップスペーサ層を介して $\text{NiFe}$ 合金からなる厚さが $2.0 \sim 4.0\mu\text{m}$ 、例えば、 $3.0\mu\text{m}$ の下部磁極兼上部シールド層11を形成する。

【0032】次いで、下部磁極兼上部シールド層11上に、厚さ50～100Å、例えば、50ÅのTi層、及び、厚さ1000Å以下、例えば、500ÅのNiFe合金からなるメッキベース層12を形成したのち、レジスト膜を塗布してパターンニングすることによって、厚さが1.0～3.0μm、例えば、2.0μmで、幅が、例えば、2.0μmの開口部を有するレジストマスク13を形成し、電界メッキ法によって厚さが、1μm以下、例えば、0.5μmのNiFe合金からなる盛り上げ磁性膜14を形成する。

【0033】なお、この場合のレジストマスク13に設けた開口部の幅、したがって、盛り上げ磁性膜14の幅 $W_2$ は、速やかなトリミングを可能にするために、上部磁極コアの幅 $W_1$ に対して、 $W_1 \leq W_2 \leq W_1 + 2\mu\text{m}$ に設定することが望ましく、また、盛り上げ磁性膜14の厚さ $t_2$ は、ギャップ長と同程度になるように、マージンを見込んで、次に成膜する記録ギャップ層15の厚さ $t_1$ に対して、 $t_1 \leq t_2 \leq 2 \times t_1$ になるように設定することが望ましい。

【0034】図2(b)参照

次いで、レジストマスク13を除去したのち、Arイオンを用いたイオンミリング法によってメッキベース層12の露出部を除去することによって下部磁極コアとなる盛り上げ磁性膜14のパターンを形成する。

【0035】図2(c)参照

次いで、スパッタリング法によって厚さ0.3～0.6μm、例えば、0.4μmの $\text{Al}_2\text{O}_3$ を堆積させて記録ギャップ層15としたのち、従来の工程と同様にレジスト等の層間絶縁膜(図示せず)を介して導電体膜を設け、パターンニングすることによって上部磁極コア16と下部磁極コアとなる盛り上げ磁性膜14の接続部を複数回巻くコイル(図示せず)を形成し、次いで、レジスト等の層間絶縁膜(図示せず)を形成してコイルを被覆したのち、上部磁極コア16と盛り上げ磁性膜14の接続部が露出するようにパターンニングする。なお、この場合の記録ギャップ層15の厚さ $t_1$ が、磁気ギャップの間隔、即ち、ギャップ長となる。

【0036】次いで、メッキベース層となる、厚さ50～100Å、例えば、50ÅのTi層(図示せず)、及び、厚さ1000Å以下、例えば、500ÅのNiFeをスパッタリング法によって順次成膜し、レジストを露光・現像することによって上部磁極コア16を形成するための磁極用レジストパターン(図示せず)を形成したのち、電解メッキを行うことによって、厚さ2.5～4.0μm、例えば、3.0μmで、幅 $W_1$ が0.5～2.0μm、例えば、1.0μmのNiFe合金からなる上部磁極コア16を形成する。

【0037】なお、この様な盛り上げ磁性膜14及び上部磁極コア16としては、高周波特性を向上するために飽和磁束密度 $B_s$ の高い材料を用いることが必要とな

り、また、高周波になるに従って渦電流による損失が大きくなり、表皮効果による記録磁界強度の低下を招くことになるため、渦電流の発生を抑制するために、比抵抗 $\rho$ の大きな材料を用いることが必要となり、そのために高 $B_s$ 、軟磁性材料であるNiFe合金を用いているが、FeNZr、CoNiFe、50%NiFe等の他の高 $B_s$ 、軟磁性材料を用いても良いものである。

【0038】図2(d)参照

次いで、磁極用レジストパターンを除去し、露出した上部磁極コア16以外の領域におけるメッキベース層をArイオンを用いたイオンミリング法によって除去したのち、引き続いて、Arイオン17を用いたイオンミリング法によって、上部磁極コア16をマスクとして露出している記録ギャップ層15を選択的に除去する。

【0039】図2(e)参照

次いで、再び、Arイオン18を用いた0°入射によるイオンミリングを施すことによって、盛り上げ磁性膜14の角部を優先的にエッチング除去することによって、下部磁極兼上部シールド層11の主面と盛り上げ磁性膜14の側面とのなす角、即ち、トリミング角 $\theta$ が、 $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ のテーパ状の盛り上げ磁性膜14とする。

【0040】このトリミング工程において、盛り上げ磁性膜14の記録ギャップ層15と接する側は、上部磁極コア16をマスクとして自己整合的にエッチングされるので、その幅は実質的に同じになる。また、トリミング角 $\theta$ は、エッチング時間、及び、盛り上げ磁性膜14の幅 $W_2$ 及び厚さ $t_2$ に依存することになる。

【0041】図3参照

図3は、上部磁極コア16の幅 $W_1$ を4.0μmとし、厚さ $t_2$ が0.5μmの磁性膜を奥行きが2.0μmになるようにエッチングした場合のトリミング角 $\theta$ と記録磁界の拡がり量の相関を示す図であり、記録磁界の拡がり量としては、記録磁界の拡がり $\Delta C_r$ の1/2、即ち、片側の記録磁界の拡がり量で表している。図から明らかなように、 $\theta = 90^\circ$ 、即ち、盛り上げ磁性膜14の側面が垂直な場合に、一番記録磁界の拡がりが少ないが、 $\theta = 45^\circ$ においても $\Delta C_r / 2 < 0.2\mu\text{m}$ となるので、実用的には、 $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ とすれば良い。

【0042】この様に、本発明の第1の実施の形態においては、下部磁極コアとなる磁性膜を予め所定幅 $W_2$ の盛り上げ磁性膜14として形成しているので、トリミング工程においては盛り上げ磁性膜14の角部を優先的にエッチングすれば良く、エッチング量が少ないので、処理時間を飛躍的に短縮することができ、スループットが向上する。

【0043】また、エッチング量が少ないので、トリミングに伴う上部磁極コア16の薄層化を意識する必要がなく、上部磁極コア16を薄く、したがって、磁極用レ

ジストパターンを薄くすることができるので、上部磁極コア16の幅 $W_1$ 、即ち、記録幅を狭くすることができ、それによって、高記録密度化が可能になる。

【0044】次に、図4を参照して、本発明の第2の実施の形態の製造工程を説明する。

図4(a)参照

まず、上記の第1の実施の形態と同様に、 $Al_2O_3 \cdot TiC$ からなる基板上に、NiFe合金からなる下部シールド層を設け、 $Al_2O_3$ からなるギャップスペーサ層を介してNiFe、Ti、CoZrMoの積層構造からなる磁気抵抗効果素子層を設けて所定の形状にパターンニングしたのち、磁気抵抗効果素子層の両端にAuからなる導電膜を堆積させて素子電極を形成し、次いで、再び、 $Al_2O_3$ からなるギャップスペーサ層を介してNiFe合金からなる厚さが $2.0 \sim 4.0 \mu m$ 、例えば、 $3.0 \mu m$ の下部磁極兼上部シールド層21を形成する。

【0045】次いで、下部磁極兼上部シールド層21上に、スパッタリング法によって厚さが、 $1 \mu m$ 以下、例えば、 $0.5 \mu m$ のNiFe合金からなる磁性膜22を堆積させたのち、レジストを塗布してパターンニングすることによって幅 $1.5 \sim 2.5 \mu m$ 、例えば、 $2.0 \mu m$ のレジストマスク23を形成する。

【0046】なお、この場合もレジストマスク23の幅、したがって、以下で形成する盛り上げ磁性膜25の幅 $W_2$ は、速やかなトリミングを可能にするために、上部磁極コアの幅 $W_1$ に対して、 $W_1 \leq W_2 \leq W_1 + 2 \mu m$ に設定することが望ましく、また、盛り上げ磁性膜25の厚さ $t_2$ は、ギャップ長と同程度になるように、マージンを見込んで、次に成膜する記録ギャップ層26の厚さ $t_1$ に対して、 $t_1 \leq t_2 \leq 2 \times t_1$ になるように設定することが望ましい。

【0047】図4(b)参照

次いで、レジストマスク23をマスクとしてArイオン24によるイオンミリングを施すことによって磁性膜22をエッチングして盛り上げ磁性膜25を形成する。

【0048】図4(c)参照

次いで、レジストマスク23を除去したのち、以降は上記の第1の実施の形態と同様に、スパッタリング法によって厚さ $0.3 \sim 0.6 \mu m$ 、例えば、 $0.4 \mu m$ の $Al_2O_3$ を堆積させて記録ギャップ層26としたのち、従来の工程と同様にレジスト等の層間絶縁膜(図示せず)を介して導電体膜を設け、パターンニングすることによって上部磁極コア27と下部磁極コアとなる盛り上げ磁性膜25の接続部を複数回巻くコイル(図示せず)を形成し、次いで、レジスト等の層間絶縁膜(図示せず)を形成してコイルを被覆したのち、上部磁極コア27と盛り上げ磁性膜25の接続部が露出するようにパターンニングする。

【0049】次いで、メッキベース層となる、厚さ $50$

$\sim 100 \text{ \AA}$ 、例えば、 $50 \text{ \AA}$ のTi層(図示せず)、及び、厚さ $1000 \text{ \AA}$ 以下、例えば、 $500 \text{ \AA}$ のNiFeをスパッタリング法によって順次成膜し、レジストを露光・現像することによって上部磁極コア27を形成するための磁極用レジストパターン(図示せず)を形成したのち、電解メッキを行うことによって、厚さ $2.5 \sim 4.0 \mu m$ 、例えば、 $3.0 \mu m$ で、幅 $W_1$ が $0.5 \sim 2.0 \mu m$ 、例えば、 $1.0 \mu m$ のNiFe合金からなる上部磁極コア27を形成する。

【0050】図4(d)参照

次いで、磁極用レジストパターンを除去し、露出した上部磁極コア27以外の領域におけるメッキベース層をArイオンを用いたイオンミリング法によって除去したのち、引き続きArイオン28を用いたイオンミリング法によって、上部磁極コア27をマスクとして露出している記録ギャップ層26を選択的に除去する。

【0051】図4(e)参照

次いで、再び、Arイオン29を用いた $0^\circ$ 入射によるイオンミリングを施すことによって、盛り上げ磁性膜25の角部を優先的にエッチング除去することによって、トリミング角 $\theta$ が、 $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ のテーパ状の盛り上げ磁性膜25とする。

【0052】この様に、本発明の第2の実施の形態においては、上記の第1の実施の形態と同様に下部磁極コアとなる磁性膜を予め所定幅 $W_2$ の盛り上げ磁性膜25として形成しているので、トリミング工程においては盛り上げ磁性膜25の角部を優先的にエッチングすれば良く、エッチング量が少ないので、処理時間を飛躍的に短縮することができ、スループットが向上する。

【0053】また、エッチング量が少ないので、トリミングに伴う上部磁極コア27の薄層化を意識する必要がなく、上部磁極コア27を薄く、したがって、磁極用レジストパターンを薄くすることができるので、上部磁極コア27の幅 $W_1$ 、即ち、記録幅を狭くすることができ、それによって、高記録密度化が可能になる。

【0054】また、この第2の実施の形態においては、盛り上げ磁性膜25の形成工程においてメッキ法を用いていないので、メッキベース層の形成工程及びその除去工程が不要になる。なお、盛り上げ磁性膜の形成工程において上記の第1の実施の形態のようにメッキ法を用いるか、或いは、第2の実施の形態のように全面成膜の後にドライエッチングを行うかは、盛り上げ磁性膜を構成する素材と成膜工程との相性によって適宜選択すれば良い。

【0055】以上、本発明の各実施の形態を説明してきたが、本発明は実施の形態に記載した構成に限られるものではなく、各種の変更が可能であり、例えば、記録ギャップ層として $Al_2O_3$ を用いているが、 $Al_2O_3$ に限られるものではなく、 $SiO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 等の酸化膜、或いは、Ti、Ta等のパーマロイの

抵抗値より高抵抗な非磁性金属膜を用いても良いものである。

【0056】また、上記の各実施の形態の説明においては、盛り上げ磁性膜のパターニング或いはトリミングの際に、イオンミリング法を用いているが、イオンミリング法に限られるものではなく、例えば、スパッタエッチング法を用いても良いものであり、或いは、反応ガスとして塩素系ガス或いは $\text{CHF}_3$ 等を用いた反応性イオンエッチング法を用いても良いものである。

【0057】また、上記の各実施の形態の説明においては、記録ギャップ層のエッチングに際して、イオンミリング法を用いているが、イオンミリング法に限られるものではなく、例えば、反応ガスとして塩素系ガス或いは $\text{CHF}_3$ 等を用いた反応性イオンエッチング法を用いても良いものであり、或いは、磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )を用いたウェット・エッチングによって除去しても良いものである。

【0058】また、上記の各実施の形態においては実施していないが、盛り上げ磁性膜のトリミング工程において、エッチングされた磁性材料の再付着量が多い場合には、 $70^\circ$ 程度のイオン入射により再付着層を除去するプロセスを加えても良い。

【0059】また、上記の第2の実施の形態において、下部磁極兼上部シールド層21と磁性膜22とを同じ素材で形成する場合には、下部磁極兼上部シールド層21を厚く形成しておき、磁性膜22を形成することなく、レジストマスク23を設けて、下部磁極兼上部シールド層21を所定深さにエッチングして盛り上げ磁性膜25を形成しても良いものである。

【0060】また、上記の各実施の形態の説明においては、上部磁極コアの形成に際しては、電解メッキ法を用いているが、スパッタリング法或いは蒸着法等の乾式成膜法を用い、成膜後にパターニングしても良いものである。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、下部磁極をトリミングする際に、予め盛り上げ磁性膜を設けているので、FIB装置等を用いることなく従来のプロセス技術・設備のみでトリミングすることができるので、簡単なスループットの良好な工程で記録磁界の拡がりを低減することができ、それによって、複合型薄膜磁気ヘッドの高記録密度化、低価格化に寄与し、ひいては、高性能HDD装置の普及に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の製造工程の説明図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態による複合型薄膜磁

気ヘッドにおけるトリミング角度と記録磁界の拡がり幅の相関図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態の製造工程の説明図である。

【図5】従来の複合型薄膜磁気ヘッドの説明図である。

【図6】従来の改良型の複合型薄膜磁気ヘッドの製造工程の説明図である。

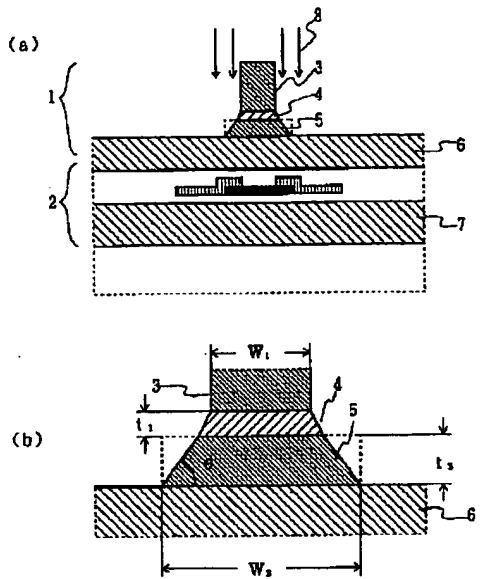
【符号の説明】

- 1 薄膜磁気ヘッド
- 2 磁気抵抗効果ヘッド
- 3 上部磁極コア
- 4 ギャップ層
- 5 磁性層
- 6 上部シールド層を兼ねる下部磁極
- 7 下部シールド層
- 8 イオン
- 11 下部磁極兼上部シールド層
- 12 メッキベース層
- 13 レジストマスク
- 14 盛り上げ磁性膜
- 15 記録ギャップ層
- 16 上部磁極コア
- 17 イオン
- 18 イオン
- 21 下部磁極兼上部シールド層
- 22 磁性膜
- 23 レジストマスク
- 24 イオン
- 25 盛り上げ磁性膜
- 26 記録ギャップ層
- 27 上部磁極コア
- 28 イオン
- 29 イオン
- 31 基板
- 32 下部シールド層
- 33 ギャップスペーサ層
- 34 磁気抵抗効果素子層
- 35 素子電極
- 36 ギャップスペーサ層
- 37 上部シールド層兼下部コア層
- 38 記録ギャップ層
- 39 コイル
- 40 層間絶縁膜
- 41 上部コア層
- 42 記録磁界
- 43 凸部
- 44 集束イオンビーム



【図1】

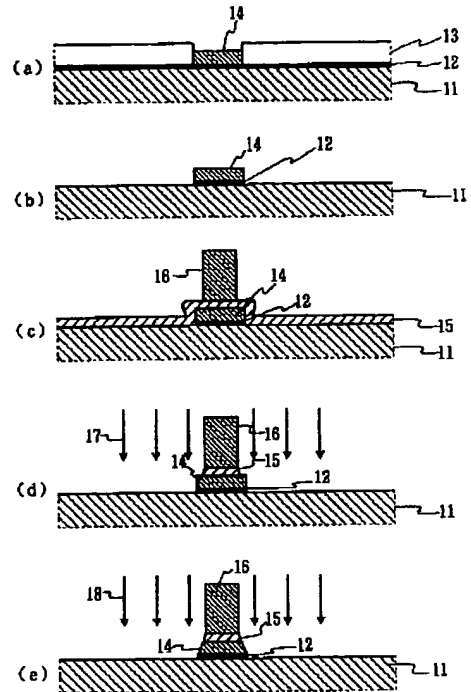
本発明の原理的構成の説明図



- |              |                    |
|--------------|--------------------|
| 1: 薄膜磁気ヘッド   | 6: 磁性層             |
| 2: 磁気抵抗効果ヘッド | 6: 上部シールド層を兼ねる下部磁極 |
| 3: 上部磁極コア    | 7: 下部シールド層         |
| 4: ギャップ層     | 8: イオン             |

【図2】

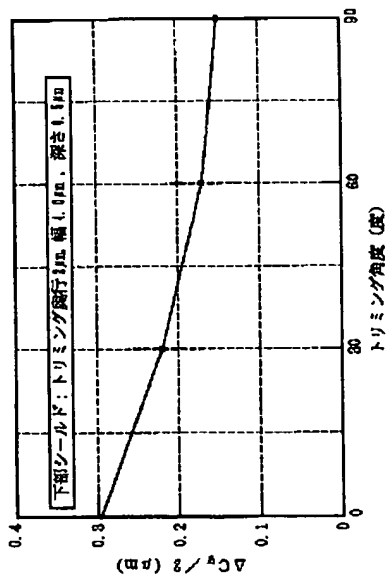
本発明の第1の実施の形態の製造工程の説明図



- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 11: 下部磁極兼上部シールド層 | 15: 記録ギャップ層 |
| 12: メッキベース層      | 16: 上部磁極コア  |
| 13: レジストマスク      | 17: イオン     |
| 14: 盛り上げ磁性膜      | 18: イオン     |

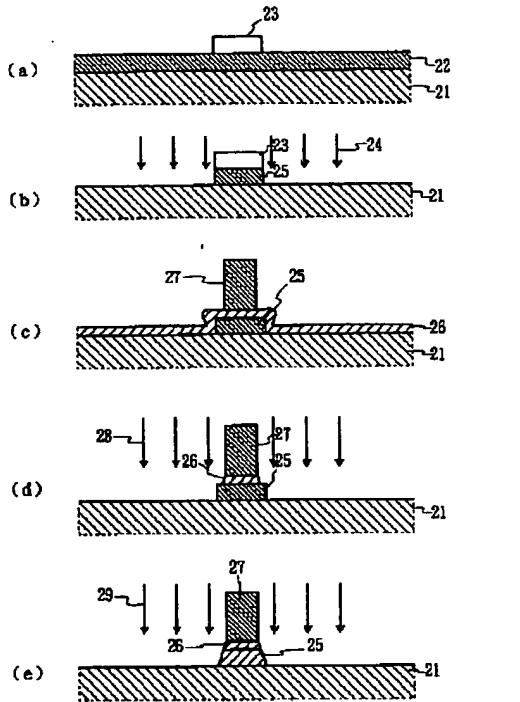
【図3】

本発明の第1の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッド  
におけるトリミング角度と記録磁界の拡がり幅の相関図



【図4】

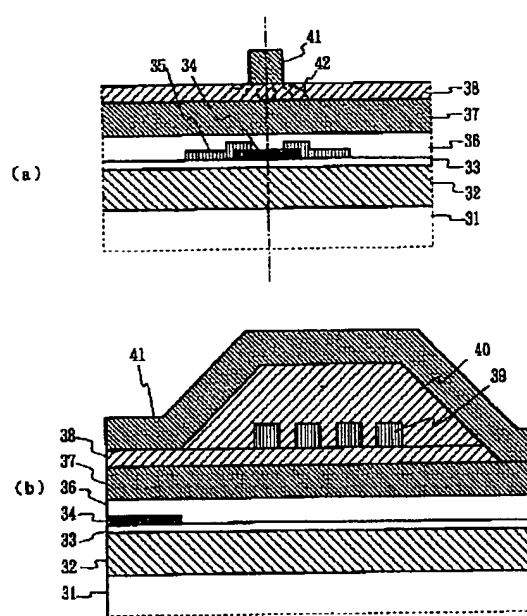
本発明の第2の実施の形態の製造工程の説明図



21:下部磁極兼上部シールド層 24:イオン 27:上部磁極コア  
 22:磁性膜 25:盛り上げ磁性膜 28:イオン  
 23:レジストマスク 26:記録ギャップ層 29:イオン

【図5】

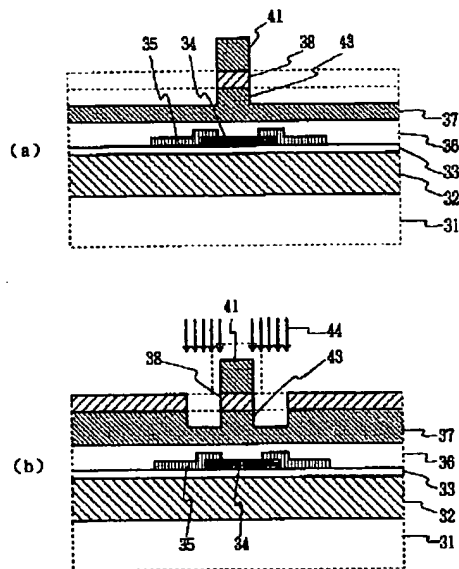
従来の複合型薄膜磁気ヘッドの説明図



31:基板 35:素子電極 39:コイル  
 32:下部シールド層 36:ギャップスペーサ層 40:層間絶縁膜  
 33:ギャップスペーサ層 37:上部シールド層兼下部コア層 41:上部コア層  
 34:磁気抵抗効果素子層 38:記録ギャップ層 42:記録境界

【図6】

従来の改良型の複合型薄膜磁気ヘッドの製造工程の説明図



31:基板 35:素子電極 41:上部コア層  
 32:下部シールド層 36:ギャップスペーサ層 43:凸部  
 33:ギャップスペーサ層 37:上部シールド層兼下部コア層  
 34:磁気抵抗効果素子層 38:記録ギャップ層 44:集束イオンビーム